

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení

**Pneumohydraulický pohon svařovacího
automatu**

Airhydraulic Drive for Welding Automat

Student:

Martin Bereza

Vedoucí diplomové práce:

Dr. Ing. Miroslav Bova

Ostrava 2010

Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Bereza**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R007 Hydraulické a pneumatické stroje a zařízení
Téma: **Pneumohydraulický pohon svařovacího automatu**
Airhydraulic Drive for Welding Automat

Zásady pro vypracování:

Proveďte stručné shrnutí výroby elektromotorů.
Proveďte shrnutí možností řešení daného problému.
Proveďte potřebné pevnostní výpočty vybraného řešení.
Zpracujte projekční řešení pohonu.
Zpracujte konstrukční návrh pohonu, včetně výrobní dokumentace.
Zpracujte návod na obsluhu.

Seznam doporučené odborné literatury:

SIVÁK, V. *Projektování hydraulických systémů*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 1990. 331s. Skriptum ISBN 80-7078-037-1
PIVOŇKA, J. *Tekutinové mechanismy*. Praha : SNTL, 1987. 623 s.
Projekční podklady firmy Interfluid spol.s r.o.
Katalogové podklady firmy Poličské strojírny a.s.
Dokumentace stroje ABB Sweden.

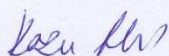
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Dr.Ing. Miroslav Bova**

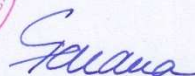
Konzultant bakalářské práce: Ing. Lukáš Dvořák, Ph.D.

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010



doc. RNDr. Milada Kozubková, CSc.
vedoucí katedry

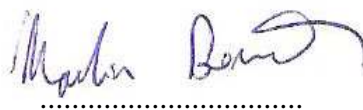


prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 21. 5. 2010



.....

Martin Bereza

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́доміі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 21. 5. 2010



.....
podpis

Martin Bereza

Sušice 22; 751 11

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

BEREZA, M. *Pneumohydraulický pohon svařovacího automatu: bakalářská práce.* Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení, 2010, 52 s. Vedoucí práce: Bova, M.

Diplomová práce se zabývá pohonem výsuvného ramene u svařovacího automatu. V úvodní části je uvedeno shrnutí výroby stejnosměrných elektromotorů a shrnutí možností řešení pohonu výsuvného ramene. Na základě srovnání jednotlivých typů pohonů je navrženo použití pneumatického mechanismu. Následuje řešení daného problému, navržení obvodu a potřebné výpočty. Další část se zabývá volbou pneumatických prvků a zpracováním projekčního řešení pohonu. Dále je zpracována technická zpráva a konstrukční návrh. V závěru je vypracován návod pro obsluhu a údržbu. Vytvořená výrobní dokumentace je uvedena v příloze diplomové práce.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

BEREZA, M. *Airhydraulic Drive for Welding Automat: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Hydromechanics and Hydraulic Systems, 2010, 51 p. Thesis Head: Bova, M.

The degree work is devoted to the extendable beam of a welding machine. At the beginning of my work I sum up the production of direct electric motors and how to solve the drive of extendable beam. After comparing different drives I suggest to use pneumatic mechanism. Then I come with solving the problem, suggestion of the circuit and necessary calculating. The next part is about the scheme of the drive, technical report and the design. At the end I show the instructions for handling and maintenance. The production documentation is described in the supplement of the degree work.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů.....	9
Úvod.....	11
1. Technologie výroby stejnosměrných elektromotorů	12
1.1 Způsob montáže elektrických motorů	13
1.1.1 Montáž do skupin.....	14
1.2 Obecné vlastnosti stejnosměrných motorů.....	15
1.3 Rameno svařovacího stroje.....	16
2. Řízení směru a rychlosti pohonu	18
2.1 Řízení směru pohybu a rychlosti pneumomotoru.....	18
2.2 Střídavé asynchronní motory.....	18
2.2.1 Princip činnosti asynchronního motoru	18
2.2.2 Řízení otáček.....	19
2.3 Řízení polohy	19
2.4 Výhody a nevýhody pneumatických a hydraulických motorů.....	20
2.5 Jednoduchost	21
3. Možnosti řešení polohovadla	22
3.1 Kuličkový recirkulační šroub	22
3.2 Hydraulický motor s přímočarým pohybem (hydraulický válec)	23
3.3 Pneumatický motor s přímočarým pohybem (pneumatický válec).....	24
4. Shrnutí pohonů.....	26
4.1 Tabulka:.....	26
5. Pevnostní výpočty vybraného řešení a výpočet pneumomotoru	27
5.1 Výpočet přímočarého pneumatického motoru	27
5.2 Pevnostní výpočet šroubů.....	29
6. Projekční řešení pohonu:	33
6.1 Schéma navrhovaného obvodu.....	33

6.2	Popis zvoleného řešení:	34
6.2.1	Funkce obvodu	34
6.2.2	Popis prvků pneumatického obvodu:	35
6.3	Specifikace použitých pneumatických prvků:	36
6.4	Technická zpráva	40
7.	Konstrukční návrh pohonu	42
7.1	Znázornění funkce svařovacího automatu	44
8.	Návod na obsluhu a údržbu	45
8.1	Užití	45
8.2	Popis základních prvků a částí	45
8.3	Obsluha a údržba	46
8.4	Technické údaje	47
8.5	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci	47
8.6	Objednávání náhradních dílů	47
8.7	Některé možné poruchy a jejich řešení	48
9.	Závěr	49
10.	Seznam použité literatury	50
11.	Seznam příloh	52

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ

D	Jmenovitý průměr závitu	[mm]
D ₁	Malý průměr závitu	[mm]
D ₂	Střední průměr závitu	[mm]
D _p	Průměr pístu	[m]
E	Modul pružnosti v tahu	[MPa]
F _k	Vzpěrná síla	[N]
F _o	Síla v ose šroubu	[N]
F _p	Příčná síla	[N]
F _s	Skutečná síla	[N]
F _t	Teoretická síla	[N]
H ₁	Měrná hloubka závitu	[mm]
J	Moment setrvačnosti	[kg.m ²]
L	Délka pístnice	[m]
M _k	Kroutící moment	[N.m]
P	Rozteč závitu	[mm]
P _N	Jmenovitý přetlak	[Pa]
Q _p	Objemový průtok	[dm ³ .min ⁻¹]
S	Plocha pístu	[m ²]
T	Teplota	[°C]
a	Součinitel tření	[-]
d	Jmenovitý průměr závitu	[mm]
d ₁	Malý průměr závitu	[mm]
d ₂	Střední průměr závitu	[mm]
d ₃	Průměr jádra závitu	[mm]
d _s	Průměr hladkého dřívku	[mm]
f _z	Součinitel smykového tření na závitu	[-]
h	Délka závitu	[mm]
l	Délka pístnice	[mm]
m	Hmotnost	[kg]
p ₁	Pracovní tlak	[Pa]
p'	Tlak v závitech	[Pa]
p _D	Dovolený tlak v závitech spojovaných šroubů	[Pa]

v	Rychlost vysouvání pístu	$[\text{m.s}^{-1}]$
z	Počet závitů	$[-]$
π	Ludolfovo číslo	$[-]$
σ	Úhel stoupání závitu	$[\circ]$
φ'	Třecí úhel závitu	$[\circ]$
$\sigma_{t \text{ dov}}$	Dovolené napětí v tahu	$[\text{MPa}]$
σ_{RED}	Redukované napětí	$[\text{MPa}]$
τ	Napětí v krutu	$[\text{MPa}]$
τ_s	Napětí ve střihu	$[\text{MPa}]$
τ_{DS}	Dovolené napětí ve střihu	$[\text{MPa}]$

ÚVOD

Vývoj točivého momentu sahá hluboko do historie, kdy člověk využíval sílu zvířat, větru a vody. Například u větrných či vodních mlýnů. Tady byl točivý moment vytvářen větrem působícím na lopatky nebo horským potokem, který otáčel vodním kolem. Pro větší požadavky rozvíjejícího se průmyslu potřeboval člověk nalézt nový způsob. Problém se vyřešil s příchodem parních a plynových turbín a s příchodem spalovacích a elektrických motorů. První motory měly přesně stanovený rozsah řízení a výkon na výstupu byl minimální. Zdokonalení přišlo s mechanickým převodem. Elektrické motorky a motory jsou využity jak u malých, tak i u velkých strojů. Od kalkulačních strojů, přes automobily, až po pohony velkých dopravníků.

1. TECHNOLOGIE VÝROBY STEJNOSMĚRNÝCH ELEKTROMOTORŮ

Výroba elektromotoru začíná v lisovně, dynamoplech je zpracováván na polotovary pro výrobu rotorů a statorů. Ten je dodáván ve svitcích, které jsou děleny na pásy, z těchto svitků se potom lisují statorové a rotorové plechy. Podle hmotnosti a podle výrobní řady elektromotoru se výlisky rovnají do paketů.

Tyto pakety statorových plechů se spojují pomocí plechového pásku, u větších paketů se kromě spojení pásky používá i speciální lepidlo, které je zcela automaticky nanášeno mezi jednotlivé plechy.

V lisovně se ještě vsazují rotorové plechy do tlakového licího stoje a pod tlakem 400 tun je do připravené formy vtlačen roztavený elektrovedný hliník. Odstraňování nálitků a obrábění vnitřního průměru klece rotoru se provádí v dalších operacích výroby. Tím je klec připravena pro lisování na hřídel. Soustruží se z 6m tyčí a s klecí rotoru je po vytvoření drážky pro pero slisována. Bezprostředně po slisování následuje kontrolní měření souososti. Protože se ve všech předchozích operacích hřídele opracovávají s přídavkem, následuje nyní broušení a povrchová úprava, po níž je rotor dynamicky vyvažován to se provádí pomocí kroužků, které jsou umístěny na nálitcích čel rotoru. Rotor v této podobě putuje na montážní pracoviště.

Mezitím je na jiném místě výrobního závodu do drážek statorových paketů tlakem vstřelován izolační materiál, do kterého se v navijárně ukládá vinutí. Samotný proces vkládání vinutí probíhá několikrát za sebou, až jsou obsazeny všechny drážky. Strojní ukládání vinutí se používá jen na standardní typy motorů, na speciální typy je dosud používáno ručního zakládání, z důvodu toho, že u této operace nelze strojově dosáhnout vysoké koncentrace smyček. Jednotlivá vinutí se zapojí podle fází, osadí se vývody a zaizolují. Potom následuje odzkoušení vinutí, po kterém se statorový svazek naimpregnuje a zafixuje, aby nedocházelo k jejich uvolňování za provozu. Tímto je i stator připraven na finální montáž.

Než dojde k montáži je potřeba vyrobit kostru motoru, ložisková čela a různé krytky, patky a svorkovnice. Ve finální podobě tyto součásti dodává na montážní pracoviště vlastní slévárna hliníku a šedé litiny, která disponuje vlastní obrobnou. Do

přípravy taveniny hliníku vstupují veškeré odpady z obrábění hliníkových částí a také odpad po lisování dynamoplechu. Ten je využíván jako vstupní materiál pro přípravu šedé litiny. Pomocí CNC obráběcích strojů se opracovávají ložiskové štíty a ve slévárně rovněž vznikají výlisky plechových krytů ventilátoru.

Zalisování statorového svazku do kostry se provádí v předmontáži, tak jako opracování osazení koster a frézování patek elektromotoru. Opracování osazení se provádí cirkulárním frézováním a celé zařízení je koncipováno jako linka se třemi operacemi - válečkování vnitřního průměru statoru, opracování osazení a patek koster na jedno upnutí a měření s automatickým vyhodnocováním výsledků.

Ve finále montáže se již sestavují kompletní rotory se statory v kostře. Po sestavení do kompletu a propojení svorkovnice se vnitřní plochy statoru vyčistí stlačeným vzduchem. Pomocí dalších operací jsou na rotor lisována ložiska a probíhá sesazení rotoru se statorem, ventilátorem a ložiskovými čely. Kompletní a přezkoušený motor se musí nalakovat v lakovně, kde probíhá nástřik barvou. Na kostru se umístí typový štítek a podle přání zákazníka se zabalí. U přírubových motorů je před balením ještě opracovávána dosedací plocha [1].

1.1 ZPŮSOB MONTÁŽE ELEKTRICKÝCH MOTORŮ

Při montáži se spojují jednotlivé díly do montážních skupin. Které se dále spojují do jediného celku stroje.

Při montáži rozeznáváme dva typické druhy práce. První typ představuje navíjecí a pájecí práce, které se vykonávají na určených pracovištích pro statory a rotory. Tady se využívá běžného nářadí, jako jsou pájky, svářečky pro svařování hliníku, pily, brusky apod.

Druhý typ jsou elektromechanické práce. Ty se provádějí v dílnách s pracovními stoly se svěráky, zásuvkami vybaveny drobným nářadím pro mechaniky a různými drobnými nástroji, jako jsou leštičky, lisy, stříhačky na plech a jiné. Pro sváření malých dílů se zřizují svářecí kabiny.

Montážní prostor je závislý od velikosti vyráběných strojů. Pro malé motorky, které se vyrábějí sériově, stačí normální pracovní stoly. Pro větší stroje potřebujeme pracoviště vybavená jeřáby, pro lepší manipulaci s těžšími díly strojů.

1.1.1 Montáž do skupin

Celková montáž může být automatizovaná. S pevným pracovním cyklem nebo s volným pracovním cyklem. V Pevném pracovním cyklu jde o výrobu sériovou nebo hromadnou. Ve volném jde o výrobu kusovou, případně malosériovou, většinou u větších a výkonnějších strojů.

Rozeznáváme dva způsoby montáže.

- První způsob montáže se uskutečňuje na pásovém dopravníku a je rozdělen do 8 operací:

a – ustavení tělesa statoru pomocí montážní desky

b – uložení rotoru spolu s ložisky a ventilátorem do statoru

c – nasazení ložiskových štítů a jejich upevnění na kostru statoru

d – kontrola vzduchové mezery

e – nasazení prstencové objímky

f – regulace mechanismu sběrného ústrojí a osazení krytů

g – zkouška při běhu naprázdno

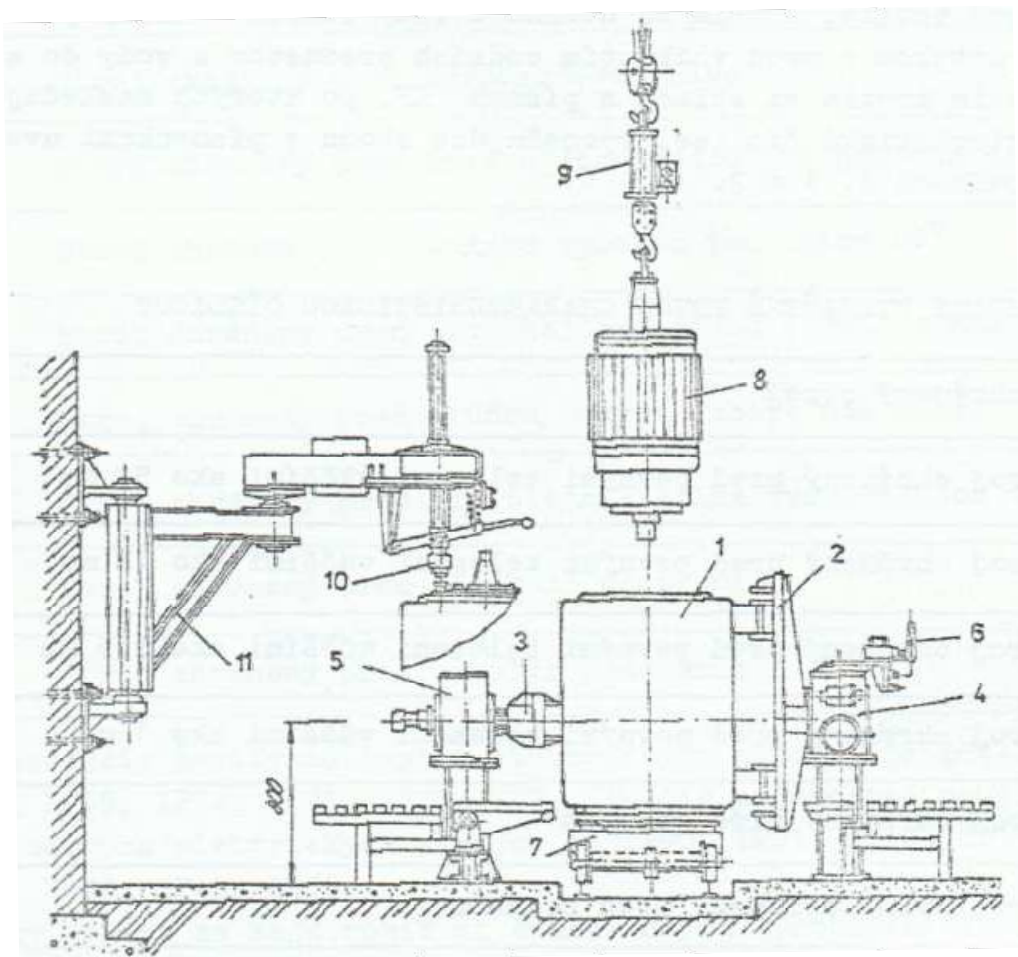
h – demontáž motoru z dopravníku

Produkce tohoto způsobu je závislá na velikosti a hmotnosti skupin a celku.

- Druhý způsob montáže se provádí zasunutím rotoru ve svislé poloze.

Stator se upevní v otáčivém zařízení přední stranou (stranou komutátoru) nahoru. Na horní stranu statoru se položí ložiskový štít a zalisuje se do osazení statoru pomocí hydraulického lisu. Potom se stator obrátí o 180° a kotva zavěšena na rameni se spustí

do statoru. Aby byla zajištěna správná poloha čepu, kotvou se pootočí oběma směry. U jednosměrných motorů se vykonává montáž předepsaným tlakem. Informace jsou získané ze zdroje [2].



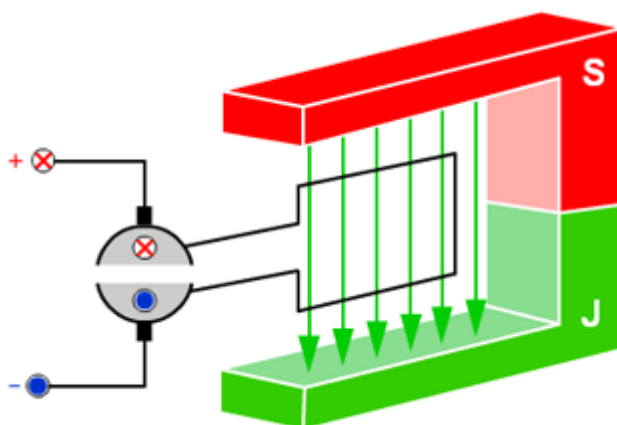
Obr. 1.1.1 Zasunutí rotoru ve svislé poloze [2]

1.2 OBECNÉ VLASTNOSTI STEJNOSMĚRNÝCH MOTORŮ

Výhodou stejnosměrných motorů je relativní jednoduchost a univerzálnost využití. Sériový a derivační motory mohou fungovat nejen na stejnosměrný, ale i střídavý proud nízkých frekvencí. Jsou to tedy motory univerzální. Další výhodou proti motorům střídavým je možnost dosáhnout libovolných mechanicky dosažitelných otáček (motory na střídavý proud mají obvykle otáčky omezeny frekvencí sítě – $50 \text{ Hz} = 3000 \text{ ot. /min}$).

Proto tyto motory nacházejí uplatnění v takových strojích, jako jsou vrtačky, mixéry, ale třeba i automobily a dopravní zařízení s elektrickou trakcí (např. lokomotivy, trolejbusy, tramvaje či vozy metra).

Největší nevýhodou stejnosměrných motorů je existence komutátoru. Je to mechanický přepínač, který spíná velké proudy a je – kromě náchylnosti k poruchám – náročný na údržbu a seřízení, jedná se o mechanicky poměrně značně namáhané zařízení vyžadující pravidelnou údržbu či výměnu některých jeho součástí. Jiskření na kartáčcích (tvořených obvykle bloky čistého uhlíku) je zdrojem významného elektromagnetického rušení [3].



Obr. 1.2 Chod stejnosměrného elektromotoru [3]

1.3 RAMENO SVAŘOVACÍHO STROJE

Ramena svařovacích strojů bývají obvykle z mosazi a u výkonných typů jsou chlazena vodou. Ramena, stejně jako elektrody, mohou mít rozličný tvar pro daný účel (svařování různých plechových krabiček, svařování drátěných programů, apod.)

Přítlak ramen stroje je řešen buď čistě mechanicky s ručním, nebo nožním ovládáním na principu páky (nižší výkony), nebo hydraulicky či pneumaticky. Hydraulicky a pneumaticky ovládaná ramena jsou ideální pro automatizovaná a robotizovaná svářecí pracoviště.

Stacionární (Stojanové nebo sloupové) svářecí stroje mají minimálně ramena chlazená vodou. Přítlak bývá řešen hydraulicky nebo pneumaticky a pokyn k sevření

ramen a sepnutí proudu dává obsluha obvykle nožním spínačem. Jednodušší stroje mají přítlak řešen i mechanicky nožní pákou. Plynulá regulace proudu a času je samozřejmostí. Také velikost přítlaku je seřiditelná. Stacionární stroje jsou určeny pro sériovou výrobu s velkou kadencí bodů [4], [5].

Svařovací stroje mohou mít uspořádání ramen:

1. s lineárním pohybem

- s jedním válcem – horní elektroda je pohyblivá a spodní pevná
- se dvěma válci – obě elektrody jsou pohyblivé

Elektrody mají pochromované měděné drážky pro dlouhou životnost a vysoké pracovní nasazení.

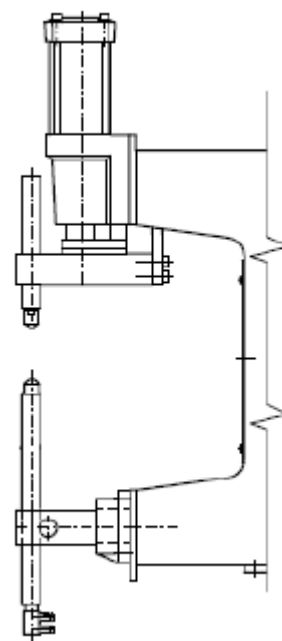
2. s kyvným ramenem

- Je zde nastavitelná mezera mezi rameny.

Ramena mohou být přizpůsobeny práci, která má být vykonána.

3. speciální provedení

- různé délky ramen
- s lineárním chodem s nastavitelným chodem spodního válce
- provedení s pozičním senzorem na zdvihu válce



Obr. 1.3 Ramena svařovacího stroje [5]

2. ŘÍZENÍ SMĚRU A RYCHLOSTI POHONU

2.1 ŘÍZENÍ SMĚRU POHYBU A RYCHLOSTI PNEUMOMOTORU

Směr pohybu je řízen rozvaděčem. Obvykle je ovládán přímočarý motor, ale mohou být použity i k ovládání směru pohybu kyvných či rotačních motorů. Pro vysouvání a zasouvání pístnice je vhodné použít nepřímé řízení. Po stlačení prvního tlačítka se přesune rozvaděč do první polohy a pístnice motoru se vysune. Po stlačení druhého tlačítka se rozvaděč vrátí do původní polohy a pístnice motoru se zasune.

Rychlost pohybu pneumotoru můžeme řídit škrcením, a to dvěma způsoby. Buď škrcením přiváděného stlačeného vzduchu, nebo škrcením odváděného vzduchu do atmosféry.

K tomuto se používá nejčastěji jednosměrný ventil, který slouží ke škrcení na vstupu nebo na výstupu, podle směru jeho zapojení.

Zapojení na výstupu se vyznačuje rovnoměrnější rychlostí při proměnlivém zatížení motoru. Proto je pro nás vhodnější. Škrtící ventily jsou montovány co nejbližší k motoru, aby se snížila kapacita ve vedení a tím zvětšila přesnost regulace [6].

2.2 STŘÍDAVÉ ASYNCHRONNÍ MOTORY

V průmyslových pohonech jsou nejčastěji využity asynchronní motory z důvodu jejich jednoduchosti konstrukce. S tím souvisí velká spolehlivost a životnost i v obtížných podmínkách.

2.2.1 Princip činnosti asynchronního motoru

Vinutí uložené ve statoru vytváří při napájení střídavým trojfázovým proudem točivé magnetické pole. Z tohoto vyplývá úhlová rychlost ω , která se obvykle vyjadřuje v synchronních otáčkách. Těchto otáček ale motor nedosáhne ani při chodu naprázdno, protože je brzděn momentem vlastních ztrát od uložení rotoru v ložiskách a od pohonu ventilátoru. Skutečné otáčky jsou tedy nižší. Dochází k takzvanému skluzu, který se pohybuje v mezích 1,25 až 10 %, podle velikosti motoru.

2.2.2 Řízení otáček

Rozvoj moderní polovodičové řídicí techniky umožňuje použití asynchronních motorů pro otáčkově řízené pohony.

Otáčky asynchronního motoru lze tedy řídit:

- Změnou počtu pólů
- Změnou frekvence napájecího proudu
- Změnou skluzu

Nejperspektivnějším způsobem plynulého řízení otáček je změnou frekvence pomocí frekvenčního měniče. Otáčky lze řídit hospodárně a ve velkém rozsahu. Čerpáno z [7].

2.3 ŘÍZENÍ POLOHY

Je odvozeno od polohy pístnice buď mechanickými narážkami nebo elektrickými spínači.

Řadové a samostatné polohové spínače pracují jako vybavovací prvky najíždění do pracovních poloh a koncových nebo havarijních bodů při automatickém řízení obráběcích strojů, u manipulačních linek, dopravních zařízení, v automobilovém průmyslu stejně jako při stavbě strojů a zařízení.

Pohybující se stroje s lineárními nebo rotačními pohyby, u nichž je nutné hlídat jejich bezpečnou funkci, skýtají pro polohové spínače široké pole upotřebení. Nebezpečné oblasti obklopující pracovní prostor stroje musí být bezpečně hlídány a pohybující se stroj musí být od těchto oblastí spolehlivě oddělen.

Pro tyto aplikace se nabízejí dvě základní rozdílná řešení.

Indukční řešení

- prodloužená spínací vzdálenost,
- vzájemně sladěné frekvence indukčních snímačů dovolující umístění jednotlivých spínacích prvků blízko sebe,
- krátké doby zpoždění při přivedení taktovaného napájecího napětí.

Výstupní signál sleduje takt napájecího napětí a pohotovostní zpoždění je minimalizováno pouze na okamžik bezprostředně po připojení činného napájecího napětí. V kombinaci s vhodným řídicím modulem, může být funkce komponent dokonale kontrolována.

Mechanické řešení

Polohové (koncové) spínače jsou ovládány mechanicky. Např. zarážkou při dosažení určité polohy. Koncové (polohové) spínače přeměňují mechanické příkazy na elektrické signály. Ovládáním polohového spínače se rozpojí kontakt. Rozpojením kontaktu se např. přeruší proud procházející cívkou relé nebo stykače. Tím dojde k odpojení třeba motoru zařízení [8], [9].

2.4 VÝHODY A NEVÝHODY PNEUMATICKÝCH A HYDRAULICKÝCH MOTORŮ

Pneumatické - výhody

- větší rychlost
- pružnost
- možnost centrální výroby stlačeného vzduchu
- kompresor nemusí pracovat nepřetržitě
- doprava i na velké vzdálenosti,
- jednoduché vedení bez zpětného vedení (odpad přímo do ovzduší)
- čistota provozu
- zanedbatelný vliv okolí (nezávislé na T)
- **bezpečnost provozu (nehořlavost, nevýbušnost)**
- plynulé nastavení rychlostí a sil

Hydraulické - výhody

- větší síly, tlaky 32 – 50 Mpa
- malé rychlosti
- vysoká účinnost

- plynulý chod při všech rychlostech
- dobrá regulace
- tuhost
- přesnost

Pneumatické - Nevýhody

- špatně se dosahuje malých plynulých rychlostí ($2 - 3 \text{ m.s}^{-1}$)
- obtížné mazání
- neumějí vykonat veliké síly (tlak standard 0,6 Mpa, max do 1,0 MPa)
⇒více nejde stlačit, pak už pruží
- 6x dražší než elektrická energie
- hlučnost (expanze stlačeného vzduchu do okolí)
- úprava vzduchu (musí se odstranit všechny nečistoty, aby nedocházelo k nadměrnému opotřebování prvků)

Hydraulické - Nevýhody

- hořlavost
- závislost na T
- agregát musí být blízko motoru (jinak velké ztráty)
- malé rychlosti

2.5 JEDNODUCHOST

Přednosti pneumatického pohonu

- Jednoduchost konstrukce vlastního motoru i ovládacích a řídicích prvků a poměrně nízké nároky na jakost opracování a materiál
- Jednoduchost obsluhy a spolehlivost provozu
- Možnost provozu v prostředí prašném i nebezpečném výbuchem, vlhkém až mokřem – i pod vodou a v prostředí s korozivními účinky [10]

3. MOŽNOSTI ŘEŠENÍ POLOHOVADLA

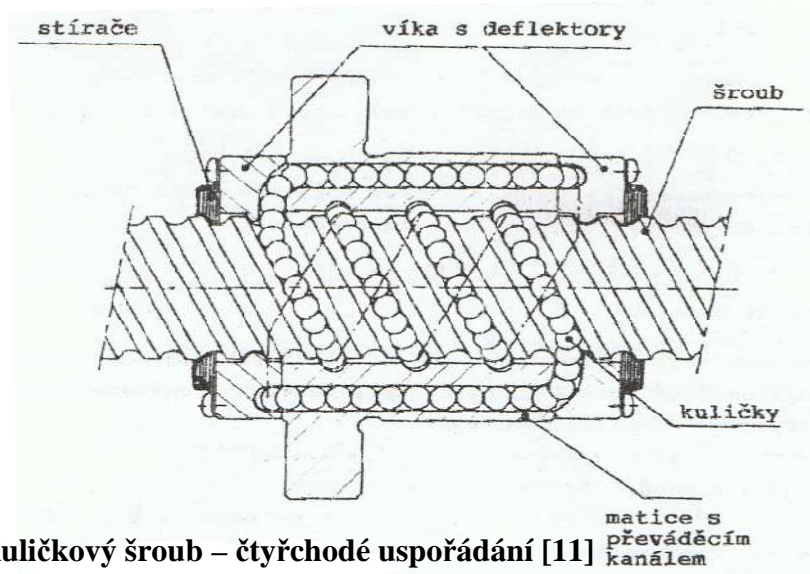
3.1 KULIČKOVÝ RECIRKULAČNÍ ŠROUB

Používá se k převedení rotačního pohybu na přímočarý jako tzv. pohybový šroub. Klasické kluzné uspořádání s trapézovým závitem prakticky zcela nahradilo uspořádání šroub – oboustranně předepnutá matice.

Jejich největší přednosti jsou:

- vysoká účinnost přes 95%
- přesnost
- tuhost
- životnost s minimálními nároky na údržbu

Přesně vybroušené závity šroubu i matice nejsou v přímém styku, nýbrž jsou odděleny kuličkami, které se odvalují v souhlasných závitových drahách. Počet styčných závitů šroubu a matice bývá 2 až 7 podle požadované únosnosti. Kuličky opouštějící aktivní délku závitu jsou při vzájemném natáčení šroubu a matice usměrňovány tvarovým zakončením víka matice (tzv. deflektorem) a činnými kuličkami zatlačovány do převáděcího kanálu a posléze vráceny na počátek dráhy. Podle smyslu rotace šroubu a matice obíhají kuličky v jednom či druhém směru. Vznikají tzv. recirkulační systémy. Na obr. 3.1 je čtyřchodé uspořádání se čtyřmi recirkulačními okruhy, z nichž každý má 2 závity (pro jednoduchost jsou kresleny 2 okruhy) [11].



Obr. 3.1 Kuličkový šroub – čtyřchodé uspořádání [11]

3.2 HYDRAULICKÝ MOTOR S PŘÍMOČARÝM POHYBEM (HYDRAULICKÝ VÁLEC)

Tento typ motorů je dnes nejrozšířenější, používá se s výhodou k dosažení nejen hlavních pohybů, ale i pohybů posuvových, upínacích zařízení a velmi mnoha pomocných pohybů. Hlavní předností je jednoduchost, použití i na místech těžko dostupných a dosažení značných silových i rychlostních převodů při poměrně dobré účinnosti. Vhodnou volbou a kombinací těchto motorů je možnost zautomatizovat technologické pochody, kterých bychom těžko dosáhly normálními mechanickými způsoby [12].

Tyto motory dělíme na 3 skupiny podle provedení:

- a) s diferenciálním pístem (jednostranná pístní tyč)
- b) s průběžnou pístní tyčí
- c) s plunžrem.

Další dělení:

- 1. S pevným válcem
- 2. S pevnou pístní tyčí
- 3. S výkyvným válcem
- 4. S otočným válcem.

Při volbě provedení válce a pístu se řídíme těmito hledisky:

- 1. má-li být rychlost vpřed a zpět stejná či rozdílná
- 2. je-li pohyb pístu v obou směrech nucený působením tlakové kapaliny
- 3. jaký prostor může motor zaujímat.

Uspořádání s diferenciálním pístem

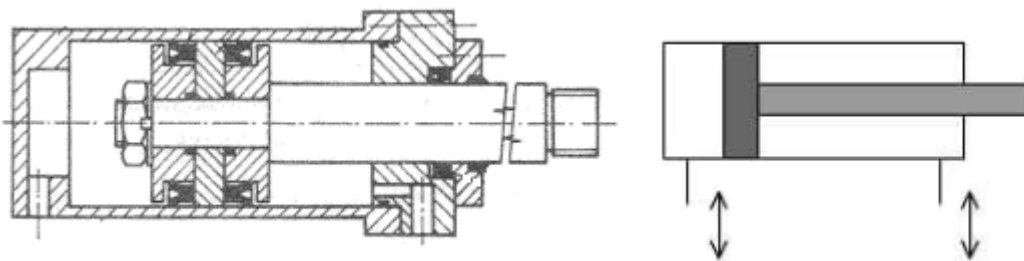
Toto uspořádání se vyznačuje rozdílnou rychlostí vpřed a vzad. Chceme-li dosáhnout stejné rychlosti v obou směrech, musíme změnit dodávané množství buď změnou výstřednosti regulačního čerpadla, nebo škrcením v jednom směru.

Přímočaré hydromotory s jednostrannou pístnicí

Tyto motory mohou být rozděleny podle konstrukčního provedení pístu a pístnice. Jsou buď jednočinné nebo dvojčinné.

Nejčastější variantou bývá dvojčinný hydromotor s diferenciálním pístem (obr 3.2).

Tyto motory mají menší plochu nad pístem a větší pod pístem. To způsobí vyšší rychlost při zasouvání pístnice oproti vysouvání. Pístnice je namáhána střídavě na vzpěr a tah.



Obr. 3.2 Dvojčinný hydromotor s diferenciálním pístem [12]

3.3 PNEUMATICKÝ MOTOR S PŘÍMOČARÝM POHYBEM (PNEUMATICKÝ VÁLEC)

Přímočaré pneumatické motory, jejichž výstupem je výchylka přímočarého pohybu, se nejčastěji realizují jako pístové, a to jednočinné nebo dvojčinné.

Jednočinné přímočaré motory

Jednočinné pístové motory mohou vykonávat mechanickou práci pouze v jednom směru pohybu, protože tlakový vzduch působí jen na jednu stranu pístu. Pohyb zpět je nejčastěji realizován pružinou nebo jinou silou, dostatečně velkou, aby se píst vrátil s určitou rychlostí. Zdvih pístu je omezen délkou pružiny. Zejména se jich využívá při lisování, přisouvání, upínání vyhazování apod. Může být také použito provedení, kdy je

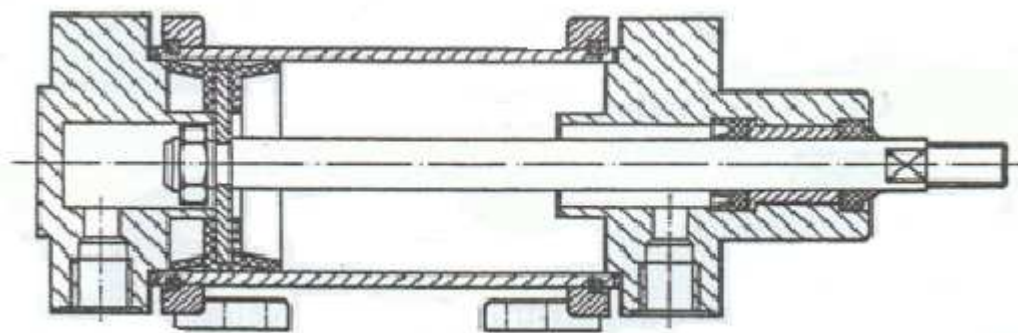
pracovní zdvih realizován pružinou a zpětný pohyb je vyvozen tlakovým vzduchem. Např. vzduchové brzdy u železničních vagónů z důvodu bezpečnosti.

Dvojčinné přímočaré motory

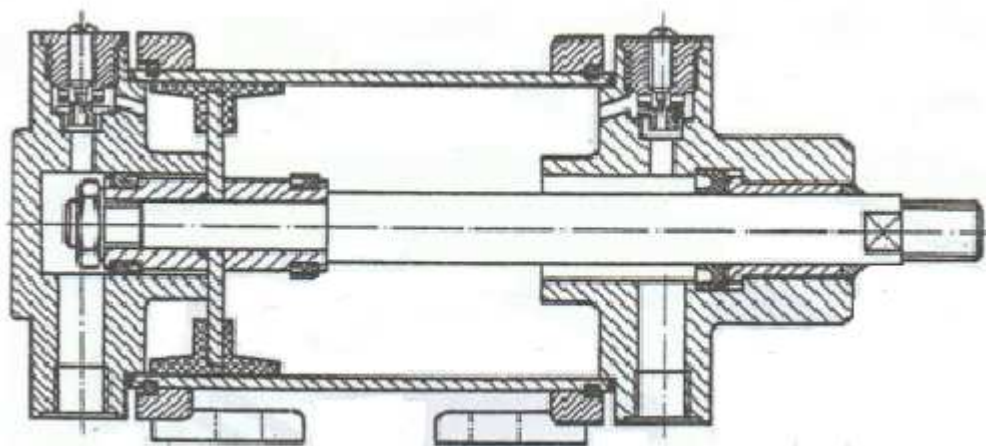
U dvojčinných motorů působí síla tlakového vzduchu na píst v obou směrech. Při pohybu jak dopředu, tak i dozadu. S výhodou se tedy využívá i pracovní činnosti při zpětném pohybu. Délka zdvihu není omezena, musí se ovšem počítat s průhybem pístnice a vzpěrnou pevností.

Zvláštní provedení dvojčinných přímočarých motorů

Motory s tlumením v koncových polohách – Tlumení zamezuje vzniku rázů a tím i případného poškození. Použití je tam, kde jsou s pohybujícím pístem spojeny velké hmotnosti [13].



Obr. 3.31 Konstrukce přímočarého pneumomotoru bez tlumení



Obr. 3.32 Konstrukce přímočarého pneumomotoru s tlumením v obou úvratích

4. SHRUTÍ POHONŮ

4.1 TABULKA:

pohony/kritéria	nehořlavost	cena	výrobní náročnost
elektrický pohon	Možnost přetížení a následné vzplanutí	Nízká cena, závislá od výkonu	Výrobně náročný
hydraulický pohon	Hořlavý, možnost vzplanutí kapaliny	Vyšší cena než u elektrického pohonu	Větší náročnost na přesnost a kvalitu opracování
Pneumatický pohon	Nehořlavý a nevýbušný	Vyšší cena, záleží na zdvihu pístu	Jednoduchost konstrukce

Podle výše uvedené tabulky porovnání pohonů, volím užití pneumatického pohonu, z hlediska jednoduchosti, nenáročnosti a nehořlavosti.

5. PEVNOSTNÍ VÝPOČTY VYBRANÉHO ŘEŠENÍ A VÝPOČET PNEUMOMOTORU

Pro zvolený pneumatický pohon jsem navrhl dvojčinný pneumatický válec s jednostrannou pístnicí od firmy Poličské strojírny a.s. Polička. Válec má průměr 40 mm a jeho zdvih činí 300 mm. Zakončení pístnice válce bude připevněno k upínací desce pomocí dvou šroubů M5 x 20. Konec válce bude přišroubován čtyřmi šrouby M6 x 90 ke kostce dorazu přes vedení.

<i>Technická data:</i>	Průměr válce...40 mm
	Průměr pístnice...16 mm
	Délka zdvihu...300 mm
	Přívod vzduchu vnitřním připojovacím závitem G 1/4"
	Tlumení...pružné dorazy na obou stranách
	Pracovní médium - filtrovaný stlačený vzduch, olejovaný nebo neolejovaný

5.1 VÝPOČET PŘÍMOČARÉHO PNEUMATICKÉHO MOTORU

Vycházím z výpočtu průměru pístu dvojčinného motoru s jednostrannou pístnicí, který bývá nejčastěji používán. Tento vzorec je uveden ve skriptech [6]

Výpočet skutečné síly v pístnici

$$\begin{aligned} F_s &= p_1 \cdot S \Rightarrow p_1 \cdot \frac{\pi \cdot D_p^2}{4} & F_t &= a \cdot F_s \\ & & a &= 0,1 \div 0,3 \\ F_s &= p_1 \cdot S - F_t = p_1 \cdot \frac{\pi \cdot D_p^2}{4} - F_t & \text{volím } a &= 0,15 \\ F_s &= p_1 \cdot \frac{\pi \cdot D_p^2}{4} - a \cdot F_s \\ F_s + a \cdot F_s &= p_1 \cdot \frac{\pi \cdot D_p^2}{4} \end{aligned} \tag{5.1.1}$$

Po dosazení:

$$F_s \cdot (1 + a) = p_1 \cdot \frac{\pi \cdot D_p^2}{4} \Rightarrow F_s = p_1 \cdot \frac{p_1 \cdot \pi \cdot D_p^2}{4 \cdot (1 + a)} = \frac{6 \cdot 10^5 \cdot \pi \cdot 0,04^2}{4 \cdot (1 + 1,15)} = \underline{\underline{350,69 N}} \quad (5.1.2)$$

F_s - skutečná síla v pístnici [N]

D_p - průměr pístu přímočarého pneumatického motoru [m]

Výpočet vzpěrné pevnosti

Pístnice je vyrobena z chromované oceli, pro kterou platí tyto hodnoty:

Délka pístnice...0,3 m

Hmotnost pístnice...0,3 kg

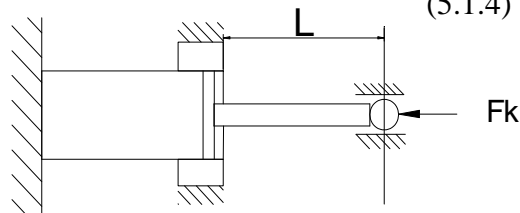
Modul pružnosti oceli v tahu...211 000 MPa

Moment setrvačnosti vypočítám ze vzorce

$$J = \frac{1}{12} \cdot m \cdot l^2 = \frac{1}{12} \cdot 0,3 \cdot 0,3^2 = 2,25 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \quad (5.1.3)$$

Pístnice bude vedena, aby nedošlo k jejímu ohnutí nebo náhodnému pootočení. Z tohoto vyplývá užití vzorce podle [15].

$$F_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{L^2} = \frac{\pi^2 \cdot 211 \cdot 10^3 \cdot 2,25 \cdot 10^{-3}}{0,3^2} = 51815 \text{ N} \doteq 51,8 \text{ kN} \quad (5.1.4)$$



Objemový průtok pneumatického motoru:

Počítám z rovnice kontinuity.

Dle doporučení z katalogu výrobce volím rychlost vysouvání pístnice $0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$$Q_p = S \cdot v = \frac{\pi \cdot D_p^2}{4} \cdot v = \frac{\pi \cdot 0,04^2}{4} \cdot 0,1 = 0,000125 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad (5.1.5)$$

$$Q_p = 7,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$$

v - rychlost vysouvání pístu [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

D_p - průměr pístu přímočarého pneumatického motoru [m]

5.2 PEVNOSTNÍ VÝPOČET ŠROUBŮ

Nejprve provádím pevnostní kontrolu šroubů M6 x 90. Pro šrouby M6 z konstrukční oceli 11 373 platí tyto hodnoty:

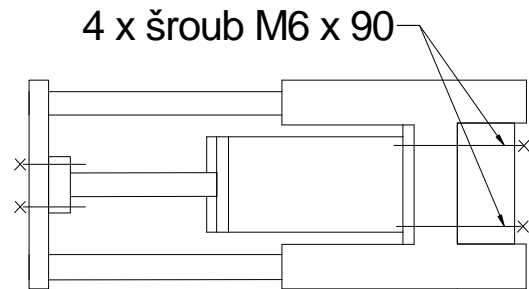
Rozteč závitu $P_h = P = 1 \text{ mm}$

Průměry šroubu: $d_1 = D_1 = 4,917 \text{ mm}$

$d_2 = 5,350 \text{ mm}$

$d_3 = 4,773$

$d = D = 6 \text{ mm}$



Délka závitu h je 90 mm

Dovolený tlak v závitech spojovacích šroubů $p_D = 27 \text{ MPa}$

Dovolené napětí v tahu $\sigma_t = 65 \div 95 \text{ MPa} \dots \text{volím } 80 \text{ MPa}$

Kontrola šroubu na otláčení

Motor bude připevněn čtyřmi šrouby, tak uvažuji sílu v ose F_o z vypočítané skutečné

$$\text{síly. To znamená} \quad F_o = \frac{F_s}{4} = \frac{350}{4} \doteq 87,5 \text{ N} \quad (5.2.1)$$

Vycházím ze vzorců, které jsou uvedené v literatuře [16].

$$p' = \frac{F_o}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot z} = \frac{87,5}{\pi \cdot 5,350 \cdot 0,5415 \cdot 90} = 0,106 \text{ MPa} \quad (5.2.2)$$

H_1 ...měrná hloubka závitu

z ...počet závitů

$$H_1 = \frac{d - D_1}{2} = \frac{6 - 4,917}{2} = 0,5415 \text{ mm} \quad (5.2.3)$$

$$z = \frac{h}{p_h} = \frac{90}{1} = 90 \quad (5.2.4)$$

Pak:

$$p' \leq p_D \\ 0,106 \text{ MPa} \leq 27 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhovuje} \quad (5.2.5)$$

Napětí v tahu:

$$\sigma_t = \frac{F_o}{S} = \frac{F_o}{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}} = \frac{87,5}{\frac{\pi \cdot 4,773^2}{4}} = 4,890 \text{ MPa} \quad (5.2.6)$$

Napětí v krutu:

$$\tau = \frac{Mk}{Wk} = \frac{Fo \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \operatorname{tg}(\gamma \cdot \varphi')}{\frac{\pi \cdot d_3^3}{16}} = \frac{87,5 \cdot \frac{5,350}{2} \cdot \operatorname{tg}(3,405 + 6,587)}{\frac{\pi \cdot 4,773^3}{16}} = 1,93 \text{ MPa} \quad (5.2.7)$$

kde

$$\gamma = \operatorname{arctg} \cdot \frac{P_h}{\pi \cdot d_2} = \operatorname{arctg} \cdot \frac{1}{\pi \cdot 5,350} = 3,405^\circ \quad (5.2.8)$$

$$\varphi' = \operatorname{arctg} \left(\frac{f_z}{\cos \frac{\beta}{2}} \right) = \operatorname{arctg} \left(\frac{0,1}{\cos \left(\frac{60}{2} \right)} \right) = 6,587^\circ \quad (5.2.9)$$

Redukované napětí:

$$\sigma_{RED} = \sqrt{\sigma_t^2 + 3 \cdot \tau^2} = \sqrt{4,890^2 + 3 \cdot 1,93^2} = 5,92 \text{ MPa} \quad (5.2.10)$$

Pak

$$\begin{aligned} \sigma_{RED} &\leq \sigma_{tdov} \\ 5,92 &\leq 80 \Rightarrow \underline{\text{vyhovuje}} \end{aligned} \quad (5.2.11)$$

Pevnostní kontrola šroubu M5 x 20

Kontrola šroubu na otláčení

Zakončení pístnice bude přišroubováno dvěma šrouby M5, tak uvažuji sílu v ose F_o z vypočítané skutečné síly. To znamená

$$F_o = \frac{F_s}{2} = \frac{350}{2} \doteq 175 \text{ N} \quad (5.2.12)$$

Pro šroub M5 z konstrukční oceli 11 373 platí tyto hodnoty:

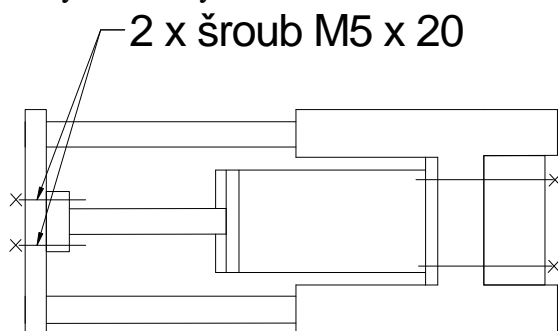
Rozteč závitu $P_h = P = 0,5 \text{ mm}$

Průměry šroubu: $d_1 = D_1 = 4,459 \text{ mm}$

$d_2 = 4,675 \text{ mm}$

$d_3 = 4,387$

$d = D = 5 \text{ mm}$



Délka závitu h je 20 mm

Dovolený tlak v závitech spojovacích šroubů $p_D = 27 \text{ Mpa}$

Dovolené napětí v tahu $\sigma_t = 65 \div 95 \text{ MPa} \dots \text{volím } 80 \text{ MPa}$

$$p' = \frac{Fo}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot z} = \frac{175}{\pi \cdot 4,675 \cdot 0,2705 \cdot 40} = 1,101 \text{ MPa} \quad (5.2.13)$$

$H_1 \dots$ měrná hloubka závitu

$z \dots$ počet závitů

$$H_1 = \frac{d - D_1}{2} = \frac{5 - 4,459}{2} = 0,2705 \text{ mm} \quad (5.2.14)$$

$$z = \frac{h}{p_h} = \frac{20}{0,5} = 40 \quad (5.2.15)$$

Pak: $p' \leq p_D$ (5.2.16)
 $1,101 \text{ MPa} \leq 27 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$

Napětí v tahu:

$$\sigma_t = \frac{Fo}{S} = \frac{Fo}{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}} = \frac{175}{\frac{\pi \cdot 4,387^2}{4}} = 11,58 \text{ MPa} \quad (5.2.17)$$

Napětí v krutu:

$$\tau = \frac{Mk}{Wk} = \frac{Fo \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \text{tg}(\gamma \cdot \varphi')}{\frac{\pi \cdot d_3^3}{16}} = \frac{175 \cdot \frac{4,675}{2} \cdot \text{tg}(1,95 + 6,587)}{\frac{\pi \cdot 4,387^3}{16}} = 3,7 \text{ MPa} \quad (5.2.18)$$

kde

$$\gamma = \text{arctg} \cdot \frac{P_h}{\pi \cdot d_2} = \text{arctg} \cdot \frac{1}{\pi \cdot 5,350} = 1,95^\circ \quad (5.2.19)$$

$$\varphi' = \text{arctg} \left(\frac{f_z}{\cos \frac{\beta}{2}} \right) = \text{arctg} \left(\frac{0,1}{\cos \left(\frac{60}{2} \right)} \right) = 6,587^\circ \quad (5.2.20)$$

Redukované napětí:

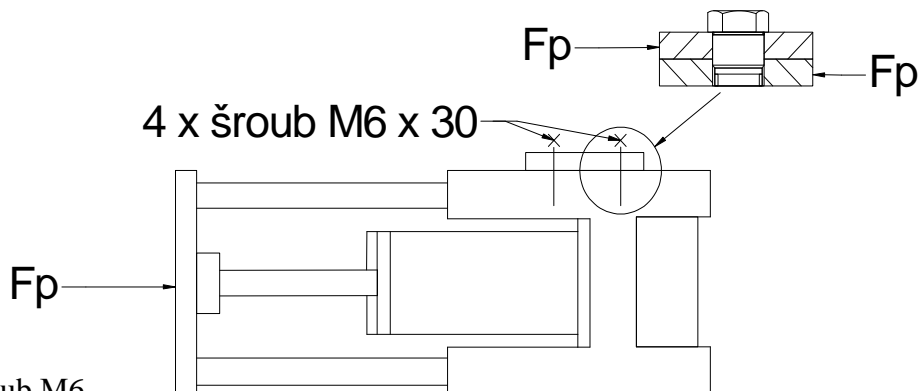
$$\sigma_{RED} = \sqrt{\sigma_t^2 + 3 \cdot \tau^2} = \sqrt{11,58^2 + 3 \cdot 3,7^2} = 13,23 \text{ MPa} \quad (5.2.21)$$

$$\sigma_{RED} \leq \sigma_{tdov} \quad (5.2.22)$$

$$13,23 \leq 80 \Rightarrow \underline{\text{vyhovuje}}$$

Pevnostní kontrola šroubu M6 x 30

Na vrchní straně vedení bude pomocí čtyř lícovaných šroubů M6 x 30 přišroubované tlumicí zařízení. Na šrouby bude působit příčná síla F_p , provedu tedy kontrolu na střih hladkého dřívku.



Hodnoty pro šroub M6

z konstrukční oceli 11373:

průměr hladkého dřívku... $d_s = 7 \text{ mm}$

dovolené napětí ve střihu $\tau_{DS} = 50 \div 70 \text{ MPa} \dots \text{volím } 60 \text{ MPa}$

Kontrola na střih hladkého dřívku

Zařízení bude připevněno tedy čtyřmi šrouby, tak uvažuji příčnou sílu F_p z vypočítané skutečné síly. To znamená

$$F_p = \frac{F_s}{4} = \frac{350}{4} \doteq 87,5 \text{ N} \quad (5.2.23)$$

Dále pokračuji podle vzorců uvedených v literatuře [16]

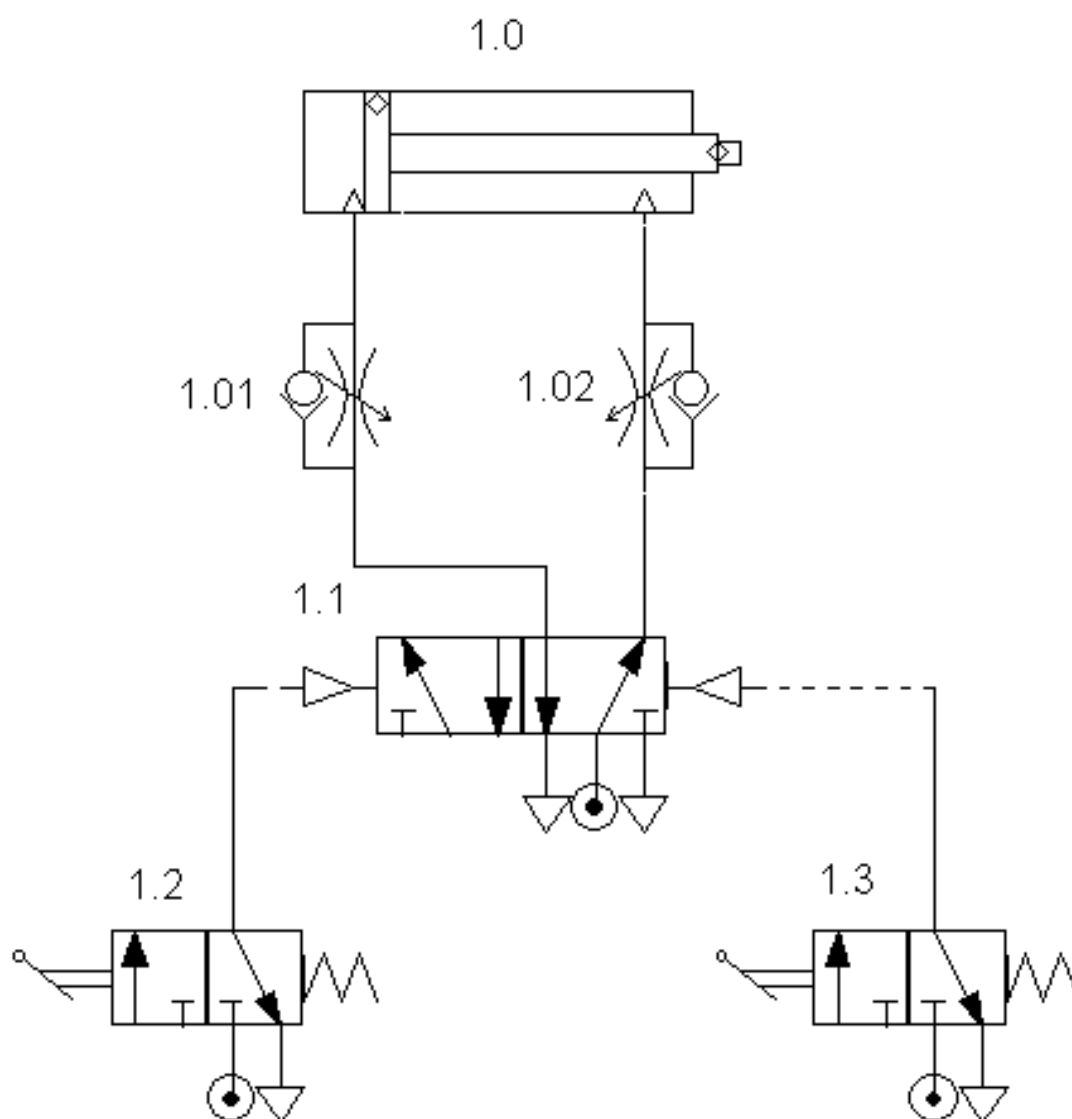
$$\begin{aligned} \tau_s &\leq \tau_{DS} \\ \frac{F_p}{\pi \cdot \left(\frac{d_s}{2}\right)^2} &\leq \tau_{DS} \\ \frac{87,5}{\pi \cdot \left(\frac{7}{2}\right)^2} &\leq 60 \end{aligned} \quad (5.2.24)$$

$$2,27 \leq 60 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

6. PROJEKČNÍ ŘEŠENÍ POHONU:

Podle kritérií pohonů jsem zvolil pohon pneumatický, pro jeho jednoduchost konstrukce a pro další vlastnosti jako je například nehořlavost či nevýbušnost. Využívám také rozvodné sítě stlačeného vzduchu, kde by měl pohon konat svoji funkci.

6.1 SCHÉMA NAVRHOVANÉHO OBVODU



6.1 Schéma navrženého obvodu

6.2 POPIS ZVOLENÉHO ŘEŠENÍ:

Pneumatický obvod jsem navrhl podle zadaných kritérií, kdy měl být realizován přímočarý pohyb pro pohon výsuvného ramene. Toto rameno má nést svařovací zařízení. Po ustanovení elektromotoru do požadované polohy, vykoná rameno přímočarý pohyb, kdy dojde k přiblížení svařovací elektrody ke svařovacímu místu. Rameno sestává v této poloze, dokud není dokončen proces svařování. Jakmile je svařování u konce, tak dojde k přímočarému vratnému pohybu ramene do výchozí polohy.

Tento pohyb obstarává přímočarý pneumomotor. Zvolil jsem pneumomotor dvojčinný s jednostrannou pístnicí, který je pro tuto funkci dostačující.

Pro jeho možnost ovládání rychlosti zasouvání a vysouvání, jsou v obvodech zařazeny dva škrťací ventily s jednosměrným ventilem. Tyto ventily jsou zapojeny ve funkci škrcení na výstupu, aby byla zabezpečena potřebná tuhost ovládání rychlosti, při změně zatížení.

K ovládání směru pohybu vysouvání je potřeba do obvodu zařadit také rozváděče. Pro tuto funkci jsem zvolil bistabilní rozváděč 5/2, který je ovládán tlakovým vzduchem. Přívod tlaku je napojen na centrální rozvodnou síť na pracovišti a výstup je realizován pomocí výfuku s tlumičem do atmosféry. Ovládání toho rozváděče je řešeno požitím dalších rozváděčů. Jedná se o dva monostabilní rozváděče 3/2, jejichž poloha je ovládána pákou a zpětný pohyb obstarává vratná pružina. Jeden rozváděč 3/2 slouží k vysouvání pístnice a tím i ramene a druhý slouží pro zasunutí, tedy návrat do zpětné polohy po dokončení svařovacího procesu. Přívody tlaků jsou opět napojeny na centrální rozvodnou síť a výfuky s tlumiči odvádějí vzduch přímo do atmosféry.

6.2.1 Funkce obvodu

Po stlačení páky 1.2 dojde k přesunutí šoupátka do pracovní polohy. Stlačený vzduch začne proudit do bistabilního rozváděče 1.1, který se vlivem přivedeného tlaku na řídicí vstup přestaví. Nyní je možno páku 1.2 uvolnit, vrácení do zpětné polohy zajistí vratná pružina. Rozváděč 1.1 je tedy v pracovní poloze a vzduch může proudit přes jednosměrný ventil 1.01 do válce pneumomotoru 1.1. Pístnice se začne působením tlaku vzduchu na píst vysouvat. Její pohyb je však regulován škrťacím ventilem 1.02,

přes který proudí vytlačovaný vzduch z válce. Tento vzduch je vypouštěn přes odfuk na výstupu rozváděče 1.1 do atmosféry. Pohyb pístnice setrvává až do konečného vysunutí pístnice. Nyní pneumomotor 1.1 zůstává vysunut, dokud není dán požadavek pro zpětné zasunutí. Tento požadavek je dán pomocí druhého rozváděče 1.3, kdy se po stlačení páky tento rozváděč přestaví do pracovní polohy. Stlačený vzduch je přiveden na ovládací vstup rozváděče 1.1 a dojde k jeho přestavení do základní polohy. Vzduch nyní prochází rozváděčem 1.1 přes jednosměrný ventil 1.02 do válce 1.0. Pístnice se začne zasouvat a vytlačený vzduch prochází přes škrťací ventil 1.01 na výstupu. Pomocí škrťacího ventilu tedy dochází ke zpomalení rychlosti zasouvání. Vzduch je z obvodu odváděn z výfuku přes tlumič na rozváděči 1.1. Pohyb pístnice se zastaví až v konečné poloze zasunutí.

6.2.2 Popis prvků pneumatického obvodu:

1.0 – dvojčinný pneumomotor s jednostrannou pístnicí

1.01 – jednosměrný ventil se škrťacím ventilem

1.02 – jednosměrný ventil se škrťacím ventilem

1.1 – bistabilní pěticestý dvupolohový rozváděč ovládaný tlakovým vzduchem

1.2 – monostabilní třicestý dvupolohový rozváděč ovládaný pákou a zpětný pohyb pružinou

1.3 – monostabilní třicestý dvupolohový rozváděč ovládaný pákou a zpětný pohyb pružinou

6.3 SPECIFIKACE POUŽITÝCH PNEUMATICKÝCH PRVKŮ:

Všechny prvky jsem volil od jedné firmy, a to od Poličské strojírný a.s. Polička. Proto, aby byla zajištěna jejich vzájemná a spolehlivá spolupráce.

1.0 – Pneumomotor

Typ PS 5040c0300; ISO 6431



Obr. 6.3 Pneumomotor přímočarý

Technická data:

Průměr válce...40 mm

Průměr pístnice...16 mm

Délka zdvihu...300 mm

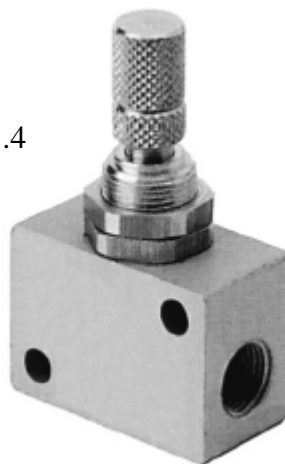
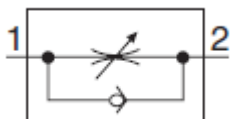
Přívod vzduchu vnitřním připojovacím závitem G 1/4"

Rychlost pístu...max. 1 m.s⁻¹

Základní hmotnost válce...1,3 kg

1.01 a 1.02 – Škartící ventil

Typ RFU – 1/4 – objednáací kód A12.001.4

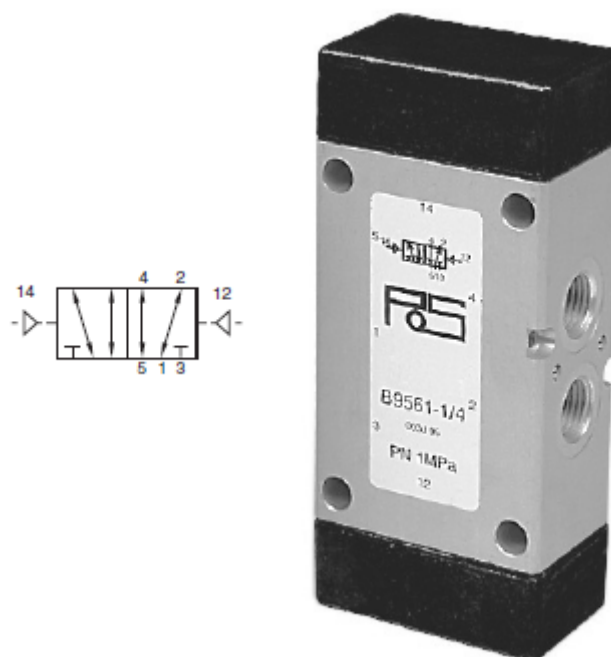


Obr. 6.4 škartící ventil

Technická data: Max průtok...300 dm³_N / min
Připojení vnitřním závitem G 1/4“
Hmotnost...0,130 kg

1.1 – bistabilní pěticestný dvoupolohový rozváděč ovládaný tlakovým vzduchem

Typ B9 561 – 1/4 – objednací kód 23 302 447



Obr. 6.5 ventil 5/2

Technická data: Připojení vnitřním závitem G 1/4“
Ovládaný oboustranně, pneumatickým impulsem
Pracovní medium...filtrovaný, mazaný nebo nemazaný tlakový vzduch
Pracovní rozsah tlaku 0 ÷ 1 Mpa
Jmenovitý přetlak PN 0,6 Mpa
Teplota okolí -10 ÷ +60°C
Teplota media -10 ÷ +70°C

Hmotnost...0,37 kg

1.2 a 1.3 – monostabilní třicestný dvoupolohový rozváděč ovládaný pákou a zpětný pohyb pružinou

Typ – B9 311RF – 1/4 – 23 302 608



Obr. 6.6 ovládací ventil 3/2

Technická data:

Připojení vnitřním závitem G 1/4“

Ovládaný jednostranně ruční pákou, vrácené pružinou

Pracovní medium...filtrovaný, mazaný nebo nemazaný tlakový
vzduch

Pracovní rozsah tlaku 0 ÷ 1 Mpa

Jmenovitý přetlak PN 0,6 Mpa

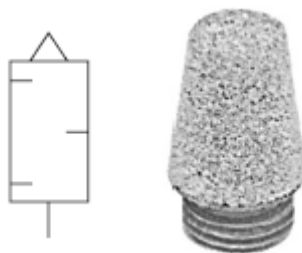
Teplota okolí -10 ÷ +60°C

Teplota media -10 ÷ +70°C

Hmotnost...0,37 kg

Tlumiče hluku

Typ – TH 6 – objednáací kód – A1700014



Obr. 6.7 tlumič hluku

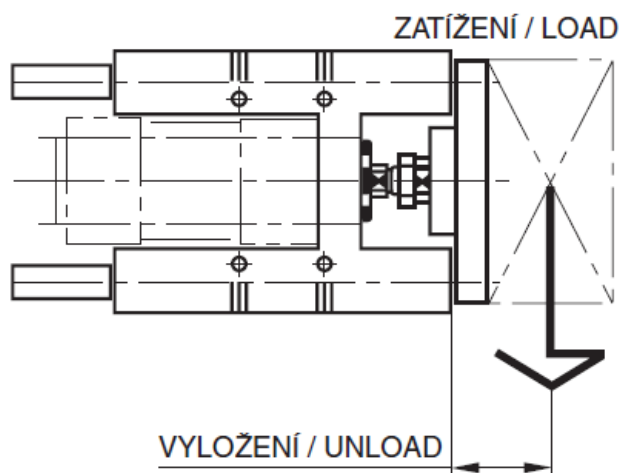
Technická data: Připojení vnitřním závitem G 1/4“

Pracovní medium stlačený vzduch tř. 5 dle ČSN ISO 8573-1

Pracovní rozsah tlaku 0 ÷ 1,2 Mpa

Vedení válce

Typ – HA04000-0300



Obr. 6.8 vedení válce

Technická data: Provedení 00 – samonosné pouzdro

Průměr pístu válce...40 mm

Délka zdvihu...300 mm

6.4 TECHNICKÁ ZPRÁVA

- Úvod

Koncepce pohonu vychází z potřeby jednoduchého a nenáročného přisunutí svařovací hlavy do prostoru svařování. A to z důvodu dlouhého a poměrně přesného setrvání v požadované poloze.

- Technický popis konceptu pohonu:

Technický popis svařovacího automatu vychází ze zadání vykonávané funkce. Pro tuto operaci je vhodné využít pneumatických prvků z důvodu nevýbušnosti a nehořlavosti a dále s ohledem na využití rozvodné sítě stlačeného vzduchu na pracovišti.

Řešení je navrženo k soudobé úrovni techniky, požadavkům vykonávané funkce a možnosti využití rozvodné sítě.

- Celé zařízení se stává z následujících částí:

Přímočarý pneumatický motor

Rozvod vzduchu

Pneumatické ovládací zařízení

- Základní technické parametry pohonu:

Pracovní tlak 6 bar

Průtok $7,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$

Pracovní médium - filtrovaný stlačený vzduch tř. 5 dle ČSN ISO 8573-1

- Požadavky na zařízení:

K základním požadavkům na pohon patří:

Možnost vysunutí a setrvání v poloze

Možnost ovládání rychlosti vysouvání a dojezdu

Jednoduchost a nehořlavost pohonu

- Dispoziční řešení pohonu

Obvod je připevněn na ocelovém rameni, jehož zdvih je nastavitelný. Toto rameno je uchyceno na konzoli, která nese vybavení potřebné pro svařování. Přivedení tlakového

vzduchu do motoru, je realizováno přípojnými hadičkami, které jsou napojeny na centrální rozvodnou síť.

- Rozvod vzduchu

Pracovním médiem je filtrovaný, mazaný nebo nemazaný tlakový vzduch. Vzduch nemusí být přimazáván, neboť všechny prvky v obvodu jsou konstruovány na mazaný i nemazaný vzduch. Rozvod vzduchu je veden v plastových hadičkách, které jsou od stejného výrobce a musí být upevněny tak, aby nedošlo k jejich mechanickému poškození.

Jmenovitý tlak v rozvodu – 6 bar

- Způsob ovládání

Pohon musí zabezpečit požadovanou funkci pro správné fungování zařízení. Ovládání musí být jednoduché a zároveň bezpečné.

Řízení je prováděno z ovládacího panelu a to ručně pomocí páky.

- Požadavky na montáž, demontáž

Pro montáže jednotlivých komponentů bude montážní organizace vybavena vlastními manipulačními prostředky.

Po provedení montáže bude provedena zkouška, kterou zajistí montážní organizace.

- Montáž zařízení

Pro dosažení vysoké spolehlivosti, životnosti a projektovaných parametrů je základní podmínkou správně provedená montáž, seřízení a provoz pneumatického obvodu, kvalifikovaná obsluha a dodržování zásad údržby, včetně bezpečnostních předpisů.

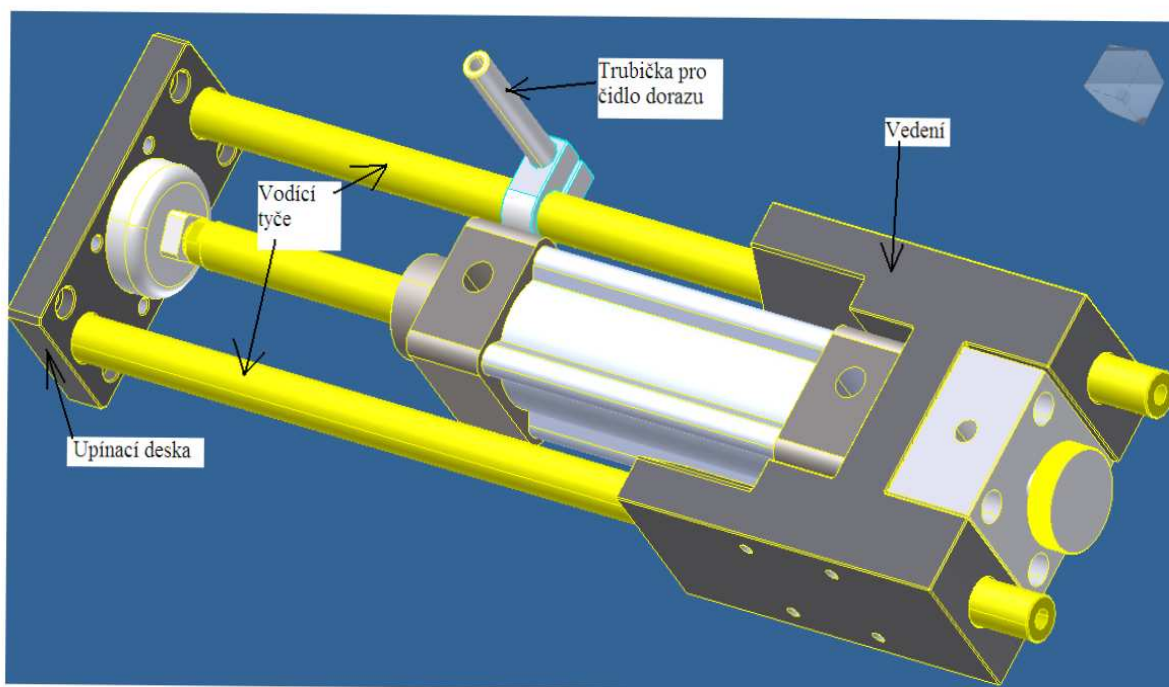
- Základní bezpečnostní předpisy

Hlavní zásady bezpečného provozu zařízení

- zařízení nepřetěžovat nad zátěže na které jsou konstruovány
- zajistit dokonalou těsnost obvodu
- chránit před mechanickým poškozením
- při veškerých opravách uvést zařízení do bezpečné polohy

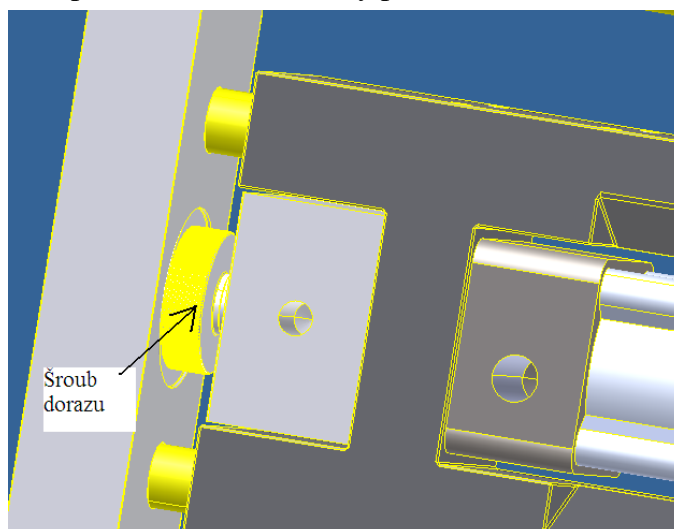
7. KONSTRUKČNÍ NÁVRH POHONU

Zvolený pneumatický válec bude připevněn k vedení a bude se společně s tímto vedením pohybovat po vodících tyčích obr. 7.0.1. Na jedné z vodících tyčí bude umístěn doraz, na který se připevní čidlo dorazu. Pevně uchyceno bude zakončení pístnice, které bude přišroubováno k upínací desce. Tato upínací deska bude pevně uchycena k ocelové konstrukci pomocí šroubů.



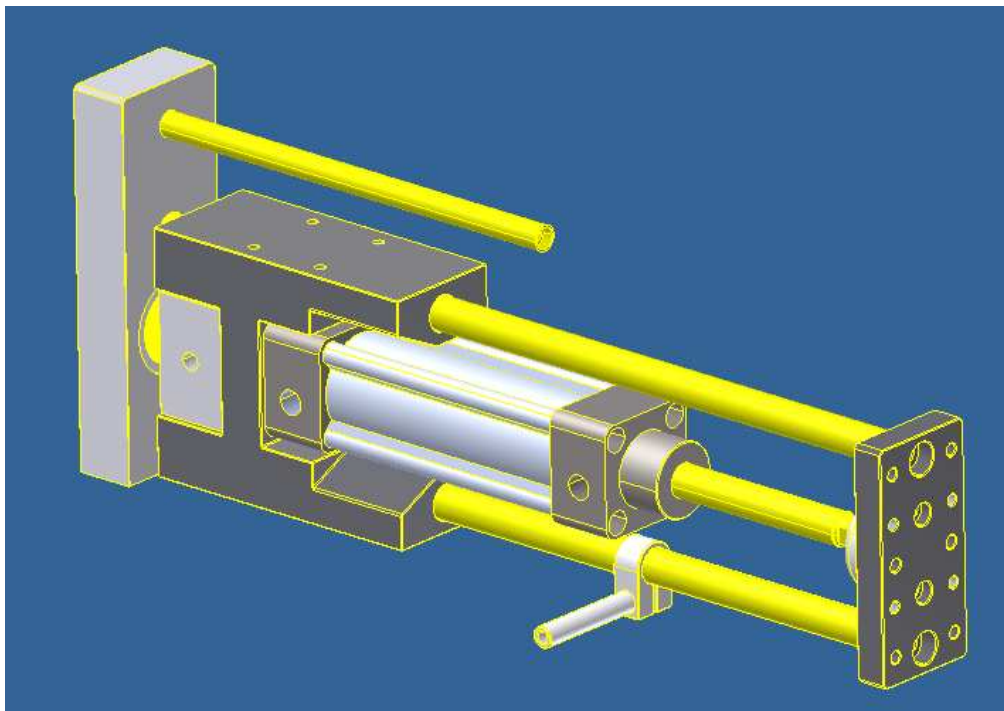
Obr. 7.0.1 3D model konstrukce pohonu

Na druhé straně motoru bude umístěn dorazový šroub pro přesné nastavení koncové polohy, který bude přišroubován do kostky pro doraz obr. 7.0.2.



Obr. 7.0.2 Koncová poloha při plném zdvihu

Celkové řešení pohonu pro představu bude vypadat tak jako na obrázku č. 7.0.3. Jednotlivé součásti pohonu jsou rozkresleny na výrobních výkresech, které jsou součástí přílohy. Na vrchní straně bude připevněno ještě tlumící zařízení pro přesnější ovladatelnost pohonu. Toto zařízení se bude pohybovat společně s pneumatickým válcem a s vedením. Tlumící zařízení je zobrazeno na obrázku č 7.0.4, Kdy bylo vyfocené přímo z provozu při rekonstrukci.



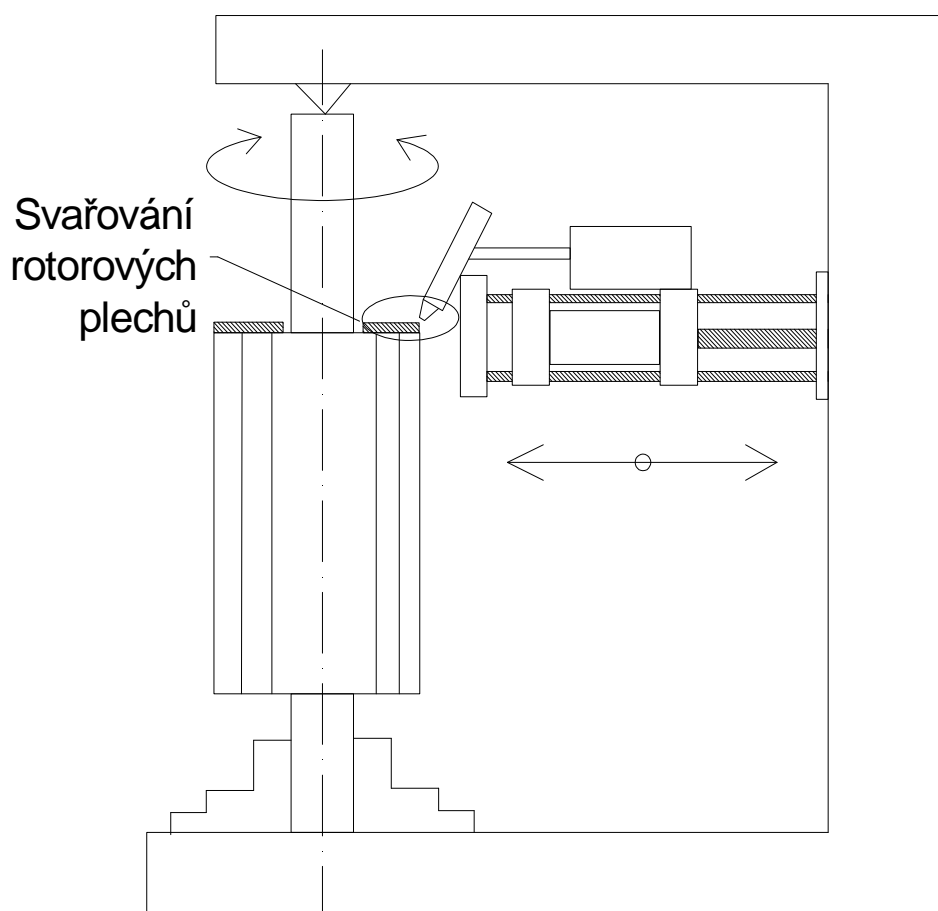
Obr. 7.0.3 Celkové řešení pohonu



Obr. 7.0.4 Pohon vyfocen při rekonstrukci

7.1 ZNÁZORNĚNÍ FUNKCE SVAŘOVACÍHO AUTOMATU

Na obrázku 7.1 uvádím znázornění, jak bude celé zařízení pracovat. Rotor elektromotoru bude upnut v univerzálním sklíčidle a bude se otáčet kolem své osy. Po spuštění pneumatického pohonu dojde k přisunutí svařovací hlavy ke svařovanému místu. Ta setrvá v poloze, dokud se nesvaří jednotlivé konce rotorových plechů po celém obvodu. Po dokončení operace svařování dá obsluha pokyn k navrácení pohonu do výchozího stavu, tedy k odsunutí. Rotor elektromotoru může být vyměněn a cyklus může proběhnout znova.



Obr. 7.1 Znázornění funkce svařovacího automatu

8. NÁVOD NA OBSLUHU A ÚDRŽBU

8.1 UŽITÍ

Pohon svařovacího automatu je sestaven s přímočarého dvojčinného pneumomotoru a příslušných prvků, které zajišťují správnou funkci motoru. Pneumomotor vykoná zdvih, setrvá ve vysunuté poloze a po dokončení operace svařování se vrátí do výchozí polohy. Pohon je sestaven ze sériově vyráběných pneumatických prvků od tuzemských dodavatelů.

8.2 POPIS ZÁKLADNÍCH PRVKŮ A ČÁSTÍ

Pohon svařovacího automatu tvoří tyto základní prvky a části

- Dvojčinný pneumatický válec s magnetem pro signalizaci krajních poloh pístu a s regulovaným tlumením koncových poloh. Vykonává přímočarý pohyb, po vysunutí je zastaven v požadované poloze a po dokončení operace se vrátí do zpětné polohy.
- Vedení válce slouží k odlehčení od radiálních a axiálních sil na pístnici válce, při jejím namáhání když je vysunuta. Také zamezuje nežádoucí pootáčení pístnice.
- Škrťací ventily zapojené paralelně se zpětnými ventily, slouží pro řízení rychlosti pohybu pneumatického válce škrcením průtoku vzduchu.
- Směr pohybu pneumatického válce je ovládán bistabilním rozváděčem 5/2, jehož přestavování do krajních poloh je zajištěno dvěma dalšími rozváděči 3/2. Tyto rozváděče jsou ovládány ruční pákou.
- Pro snížení hluku jsou na výstupech do ovzduší rozváděčů namontovány tlumiče hluku.
- Rozsah pracovních teplot jednotlivých prvků udává výrobce a to v rozmezí $-20\text{ °C} \div +80\text{ °C}$ okolní teploty, teplota pracovního média se pohybuje v rozmezí $+2\text{ °C} \div 80\text{ °C}$, může být i -20 °C , ale je nutno zajistit, aby nedocházelo ke vzniku ledových částic ve válci.

- Pracovní médium je filtrovaný stlačený vzduch tř. 5 dle ČSN ISO 8573-1, stlačený vzduch není nutno přimazávat, protože použité prvky v obvodu umožňují práci jak s olejovaným, tak i s neolejovaným suchým stlačeným vzduchem.
- Vstup do pracovního zařízení je napojen na centrální rozvod sítě stlačeného vzduchu, který prochází jednotkou pro úpravu stlačeného vzduchu, která obsahuje automatický odlučovač kondenzátu – obsluha nemusí odpouštět kondenzát.
- Výrobce udává použitý olej pro mazání daných pneumatických prvků obvodu.
- Jmenovitý přetlak v obvodu je udáván 0,6 Mpa, pracovní rozsah je od 0,1 do 1 Mpa.

8.3 OBSLUHA A ÚDRŽBA

- Stroje a zařízení s pneumatickými prvky smí obsluhovat pouze osoba k tomu určená, která byla na příslušném školení.
- Pro osoby, které nejsou seznámeny se zásadami bezpečnosti práce a s předpisy pro obsluhu stroje nebo zařízení může být stlačený vzduch nebezpečný.
- Kontrola a údržba strojů nebo zařízení se nesmí provádět, dokud není stroj nebo zařízení bezpečně zajištěno v základní poloze.
- Pokud je třeba některé prvky demontovat, musí být splněna výše uvedená podmínka. Pak je třeba uzavřít přívod vzduchu do zařízení a rozvod plně odvzdušnit.
- Před dalším uvedením do provozu, je třeba zajistit, aby nedošlo k prudkému vysunutí pístnice pneumatického válce.
- Pohon se spouští pákou rozváděče a rychlost vysouvání pístnice je řízena příslušným škrťacím ventilem, je možno škrťací ventil natolik uzavřít až je pohyb zastaven v definované poloze.
- V případě poruchy je nutné dodržet podmínky, které jsou uvedeny výše a spojit se s dodavatelem o zaslání požadovaných prvků.

8.4 TECHNICKÉ ÚDAJE

Průtok přímočarým motorem	$7,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$
Max. průtok škrťacím ventilem	$300 \text{ dm}^3_{\text{N}} / \text{min}$
Rozsah teploty média	$+ 2 \text{ }^{\circ}\text{C} \div 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Pracovní tlak v pneumatickém systému	6 bar
Pracovní médium - filtrovaný stlačený vzduch tř. 5 dle ČSN ISO 8573-1, olejovaný nebo neolejovaný	

Materiál a provedení pohonu

Převážná část montážních dílů je vyrobena ze slitin hliníku, mosazi, část vedení válce je z ocelí tříd 11 a 17.

Hadičky pro tlaková média jsou vyráběny z polyamidu.

8.5 BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI

Při používání pneumatického pohonu je nutno dodržet tyto zásady:

- Obsluha musí být seznámena s návodem k použití a musí být proškolená v oblasti pneumatických zařízení.
- Stlačený vzduch může být nebezpečný pro osoby, které nejsou seznámeny s předpisy bezpečnosti práce.
- Všechny prvky v pracovním obvodu musí být dimenzovány na nejvyšší tlak.
- Při údržbě a opravách je nutné odpojit zařízení od tlaku a odstranit zbytkový tlak.
- Pokud je nutná výměna prvků po poruše či na konci doby životnosti, musí být použit stejný prvek.

8.6 OBJEDNÁVÁNÍ NÁHRADNÍCH DÍLŮ

Při objednávce je nutné dle přiložené specifikace výrobní dokumentace uvést:

- Název výrobku
- Typové označení
- Objednávající kód
- Termín dodávky a způsob konzervace
- Číslo pozice na sestavném výkrese

8.7 NĚKTERÉ MOŽNÉ PORUCHY A JEJICH ŘEŠENÍ

Zmenšení výkonu motoru

Projevy – nízký tlak vzduchu v síti, ucpání vzduchového čističe

Způsob opravy – Odstranit netěsnosti ve vzduchovém potrubí. Vyčistit a propláchnout čističe

Velká spotřeba vzduchu

Příčina – netěsnost vík na tělese, zaviněná volnými šrouby

Způsob opravy – dotáhnout šrouby, popř. vyměnit těsnění

9. ZÁVĚR

Cílem mého zadání bakalářské práce bylo navrhnout vhodný pohon pro svařovací automat. Navrhl jsem tedy pneumatický pohon realizovaný dvojčinným pneumatickým válcem s jednostrannou pístnicí, pro který jsem realizoval funkční obvod, zpracoval projekční řešení a vytvořil konstrukční návrh, včetně výrobní dokumentace. Pneumomotor bude připevněn na ocelové konstrukci a bude nést svařovací hlavu.

10. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Firemní publikace dostupná z WWW:<<http://www.mmspektrum.com>>
- [cit. 2009-12-13]
- [2] MIHOK, J. *Výroba elektrických strojov*. Rektorát Vysokej školy technickej v Košiciach. ISBN 80-7099-028-7
- [3] Encyklopedie dostupná z WWW:<<http://cs.wikipedia.org/wiki>> [cit. 2009-12-13]
- [4] Firemní katalog dostupný z WWW:<<http://www.svarbazar.cz>> [cit. 2009-12-15]
- [5] Firemní katalog dostupný z WWW:<<http://www.schinkmann.cz>> [cit. 2009-12-17]
- [6] KOPÁČEK, J., ŽÁČEK, M. *Pneumatická zařízení strojů*. Ostrava: VŠB-TUO, 2003. 94 s. Fakulta strojní. ISBN 80-248-0442-5
- [7] KOPÁČEK, J. *Pohony*. Praha: ČVUT v Praze, 1985. 156 s. Fakulta strojní.
- [8] Odborný časopis dostupný z WWW:<<http://www.odbornecasopisy.cz>>
- [cit. 2009-12-26]
- [9] Firemní katalog dostupný z WWW:<<http://www.elektrika.cz>> [cit. 2010-1-8]
- [10] *Tekutinové mechanismy*. [online] Dostupné z: <https://skripta.ft.tul.cz/akreditace/data/2006-11-14/07-41-07.ppt>. Citováno 29. 12. 2009
- [11] SOUČEK, P. *Pohony výrobních zařízení*. Praha: ČVUT v Praze, 1994. 158 s. Fakulta strojní.
- [12] PROKEŠ, J. *Hydraulické pohony*. Praha: Vydavatelství knih v Knižnici Svazu zaměstnanců strojírenství, 1957. 1. Vydání.
- [13] BENEŠ, P. *Pneumatická ovládání*. Praha: ČVUT v Praze, 1991. 94 s.
- [14] Firemní katalog dostupný z WWW:<<http://www.az-sroubeni.cz>> [cit. 2010-1-20]
- [15] KOPÁČEK, J. *Pneumatické mechanismy*. Ostrava: VŠB-TUO, 1996. 267 s. Fakulta strojní. ISBN 80-7078-306-0

- [16] KALÁB, K. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře. Části spojovací*. Ostrava: VŠB-TUO, 2009. 91 s. Fakulta strojní. ISBN 978-80-248-1290-8
- [17] PIVOŇKA, J. *Tekutiny a mechanismy*. Praha: SNTL, 1987. 623 s.
- [18] Projekční podklady firmy Interfluid spol. s.r.o.
- [19] Katalogové podklady firmy Poličské strojírny a.s.
- [20] Dokumentace stroje ABB Sweden

11. SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1. : Výkres č. BER299-1
Příloha č. 2. : Výkres č. BER299-2
Příloha č. 3. : Výkres č. BER299-3
Příloha č. 4. : Výkres č. BER299-4
Příloha č. 5. : Výkres č. BER299-5
Příloha č. 6. : Výkres č. BER299-6
Příloha č. 7. : Výkres č. BER299-7
Příloha č. 8. : Výkres č. BER299-8
Příloha č. 9. : Výkres č. BER299-9
Příloha č. 10. : Výkres č. BER299-10
Příloha č. 11.: Výkres č. BER299-11
Příloha č. 12. : Výkres č. BER299-12
Příloha č. 13. : Výkres č. BER299-13
Příloha č. 14. : Výkres č. BER299-14
Příloha č. 15. : Výkres č. BER299-15
Příloha č. 16. : Sestava č. BER299
Příloha č. 17.: Fotografie č. BER299-17

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Dr. Ing. Bovovi za zájem, připomínky a čas, který věnoval mé práci. Poděkovat bych chtěl také katedře hydromechaniky a hydraulických zařízení VŠB – TUO za poskytnutí podmínek pro vznik této práce.

